

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-036196  
 (13)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/343  
 H01L 33/00

(21)Application number : 2000-207658

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.01.1997

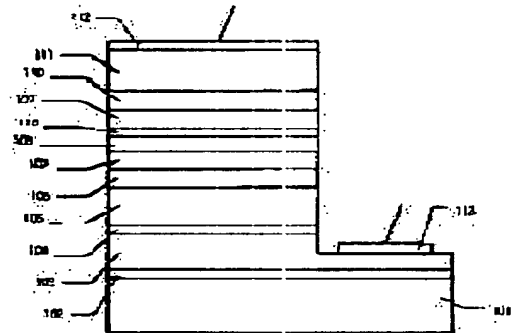
(72)Inventor : KIMURA AKITAKA  
 SASAKA CHIYAKI  
 NIDOU MASAOKI

(54) GALLIUM NITRIDE LIGHT EMITTING ELEMENT WITH P-TYPE DOPANT MATERIAL DIFFUSION PREVENTING LAYER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the diffusion of magnesium which is contained in a p-type semiconductor layer as a p-type dopant in a light emitting layer, by forming an n-type diffusion preventing layer between the p-type semiconductor layer, to which the p-type dopant that is easily diffused in a semiconductor layer is added and an active layer.

SOLUTION: In a gallium nitride light emitting element, a gallium nitride buffer layer 102 grown at a low temperature, an n-type gallium nitride contact layer 103, an n-type InGaN crack preventing layer 104, an AlGaN layer 105, an n-type gallium nitride optical guide layer 106, an active layer 107 having a seven-cycle multiple quantum well structure, an n-type gallium nitride diffusion preventing layer 114, a p-type gallium nitride optical guide layer 109, a p-type AlGaN clad layer 110, and a p-type gallium nitride contact layer 111 are formed on a sapphire substrate 101. In addition, an n-type gallium nitride layer 114 is formed between the undoped AlGaN indium dissociation preventing layer 108 and the Mg-added p-type gallium nitride optical guide layer 109. Accordingly, the diffusion of Mg in the quantum well layer can be prevented.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-36196

(P2001-36196A)

(43) 公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

ページ (参考)

H 0 1 S 5/343

H 0 1 S 5/343

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-207658 (P2000-207658)

(62) 分割の表示 特願平9-5231の分割

(22) 出願日 平成9年1月16日 (1997.1.16)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 木村 明陸

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 笹岡 千秋

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 仁道 正明

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

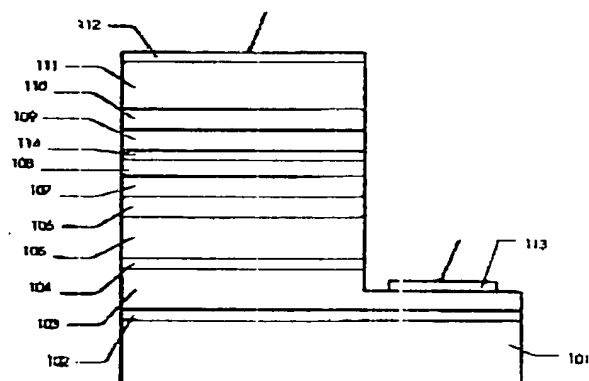
弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 D型ドーパント材料拡散防止層付き窒化ガリウム系発光素子

(57) 【要約】

【課題】 p型のドーパントであるマグネシウムの発光層への拡散を防止することによって、バンド間遷移確率の高い窒化ガリウム系レーザまたは設計値通りのスペクトルで発光する窒化ガリウム系発光ダイオードなどの窒化ガリウム系発光素子を提供すること。

【解決手段】 マグネシウムが添加されたp型半導体層と発光層の間に、珪素が添加されたn型半導体層を形成する。前記n型半導体層がマグネシウムの拡散を防止するため、マグネシウムがp型半導体層から発光層へと拡散することがない。よって、本発明の窒化ガリウム系レーザは、量子井戸層に於けるバンド間遷移確率が低下することがなく、発振しきい値電流が低い。また本発明の発光ダイオードは、発光が期待したスペクトルからずれることがない。



3

一々に於いては、 $p$ 型 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ インジウム解離防止層808中に添加されているマグネシウムが、 $In_{0.2}Ga_{0.8}N/In_{0.05}Ga_{0.95}N$ 多重量子井戸活性層807の7層ある $In_{0.2}Ga_{0.8}N$ 量子井戸層中へと拡散している。

【0008】本発明の目的は、 $p$ 型のドーパントであるマグネシウムの発光層への拡散を防止することによって、バンド間遷移確率の高い窒化ガリウム系レーザまたは設計値通りのスペクトルで発光する窒化ガリウム系発光ダイオードなどの窒化ガリウム系発光素子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る窒化ガリウム系発光素子は、半導体層中を拡散しやすい $p$ 型ドーパント材料が添加された $p$ 型半導体層と活性層の間に $n$ 型拡散防止層が設けられていることを特徴とする。

【0010】本発明の請求項2に係る窒化ガリウム系発光素子は、半導体層中を拡散しやすい $p$ 型ドーパント材料が添加された $p$ 型半導体層と活性層の間にインジウム解離防止層が設けられ、この $p$ 型半導体層とインジウム解離防止層の間に $n$ 型拡散防止層が設けられていることを特徴とする。

【0011】本発明の請求項3に係る窒化ガリウム系発光素子は、半導体層中を拡散しやすい $p$ 型ドーパント材料が添加された $p$ 型半導体層と活性層の間にインジウム解離防止層が設けられ、インジウム解離防止層が $n$ 型半導体層であることを特徴とする。

【0012】本発明の請求項4に係る窒化ガリウム系発光素子は、量子井戸活性層の半導体層中を拡散しやすい $p$ 型ドーパント材料が添加された $p$ 型半導体層側の障壁層が $n$ 型半導体層であることを特徴とする。

【0013】本発明の請求項5に係る窒化ガリウム系発光素子は、多重量子井戸活性層の障壁層が $n$ 型半導体層であることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、実施例に基づき図面を参照して詳しく説明する。

【0015】《実施例1》図1は、本発明の実施例1における窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。図1に於いて、この窒化ガリウム系レーザは、(11-20)面を表面とするサファイア基板101上に、厚さ300Åのアンダーの窒化ガリウム低温成長バッファ層102、珪素が添加された厚さ3μmの $n$ 型窒化ガリウムコンタクト層103、珪素が添加された厚さ0.1μmの $n$ 型 $In_{0.05}Ga_{0.95}N$ クラック防止層104、珪素が添加された厚さ0.4μmの $n$ 型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層105、珪素が添加された厚さ0.1μmの $n$ 型窒化ガリウム光ガイド層106、7周期の多重量子井戸構造活性層107、厚さ200Åのアンダーの

(3)

特開2001-36196

4

$AlGaIn$ インジウム解離防止層108、珪素が添加された厚さ200Åの $n$ 型窒化ガリウム拡散防止層114、マグネシウムが添加された厚さ0.1μmの $p$ 型窒化ガリウム光ガイド層109、マグネシウムが添加された厚さ0.4μmの $p$ 型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層110、マグネシウムが添加された厚さ0.2μmの $p$ 型窒化ガリウムコンタクト層111、ニッケル(第1層)および金(第2層)からなる $p$ 電極112、チタン(第1層)およびアルミニウム(第2層)からなる $n$ 電極113が形成されている。

【0016】図5に実施例1における多重量子井戸構造活性層107の概略断面図を示す。図5に於いて、多重量子井戸構造活性層107は、厚さ50Åのアンダーの $In_{0.05}Ga_{0.95}N$ 障壁層501と厚さ25Åのアンダーの $In_{0.2}Ga_{0.8}N$ 量子井戸層502との周期構造からなる。

【0017】本実施例1では、 $InGaIn$ 量子井戸層と $InGaIn$ 障壁層からなる多重量子井戸活性層に続いて形成されたアンダーの $AlGaIn$ インジウム解離防止層とマグネシウムが添加された $p$ 型窒化ガリウム光ガイド層との間に、珪素が添加された $n$ 型窒化ガリウム層を形成することにより、マグネシウムが量子井戸層中へ拡散することを防止している。

【0018】《実施例2》図2は、本発明の実施例2における窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。図2に於いて、この窒化ガリウム系レーザは、(11-20)面を表面とするサファイア基板101上に、厚さ300Åのアンダーの窒化ガリウム低温成長バッファ層102、珪素が添加された厚さ3μmの $n$ 型窒化ガリウムコンタクト層103、珪素が添加された厚さ0.1μmの $n$ 型 $In_{0.05}Ga_{0.95}N$ クラック防止層104、珪素が添加された厚さ0.4μmの $n$ 型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層105、珪素が添加された厚さ0.1μmの $n$ 型窒化ガリウム光ガイド層106、7周期の多重量子井戸構造活性層107、珪素が添加された厚さ200Åの $n$ 型 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ インジウム解離防止層208、マグネシウムが添加された厚さ0.1μmの $p$ 型窒化ガリウム光ガイド層109、マグネシウムが添加された厚さ0.4μmの $p$ 型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層110、マグネシウムが添加された厚さ0.2μmの $p$ 型窒化ガリウムコンタクト層111、ニッケル(第1層)および金(第2層)からなる $p$ 電極112、チタン(第1層)およびアルミニウム(第2層)からなる $n$ 電極113が形成されている。多重量子井戸構造活性層107の構造は実施例1と同様である。

【0019】本実施例2では、 $InGaIn$ 量子井戸層と $InGaIn$ 障壁層からなる多重量子井戸活性層に続いて形成された $AlGaIn$ インジウム解離防止層に珪素を添加することにより、マグネシウムが量子井戸層中へ拡散することを防止している。

(5)

特開2001-36196

7

$0.16 \text{ cm}^{-3}$ 以上であればマグネシウムの拡散を防止できる。拡散防止層の厚さとドーピング濃度については適用する量子構造によって適宜最適な値を定めればよい。

【0030】なお本実施例ではp型ドーパント材料として、マグネシウムを用いたがこれに限られるわけではなく、半導体に拡散しやすいp型ドーパント材料であればいずれにも適用可能である。

【0031】また本実施例1～4では活性層として多重量子井戸(MQW)活性層の例を示したが、これに限られるわけではなく実施例1～3はSQW活性層、実施例1、2はバルク活性層にも適用可能である。また活性層の組成としては一般式  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ ) で表されるものであればよく、また活性層を挟みダブルヘテロ構造を形成するp型、n型半導体層の組成も一般式  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ ) の範囲で適用できるものであればよい。

【0032】

【発明の効果】本発明の、いずれも活性層(量子井戸構造も含む)とp型半導体層との間に、n型半導体層が形成されている。半導体中を拡散しやすいp型のドーパントは活性層とp型半導体層との間に形成されたn型半導体層が拡散を防止するため、p型ドーパント材料がp型半導体層から活性層へと拡散することがない。

【0033】また発光ダイオードの場合、発光層とp型半導体層の間にn型半導体層を形成すれば発光が期待したスペクトルからずれることがない。

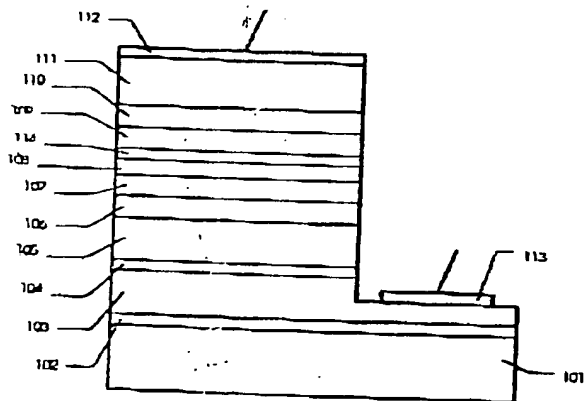
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1を示す窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。

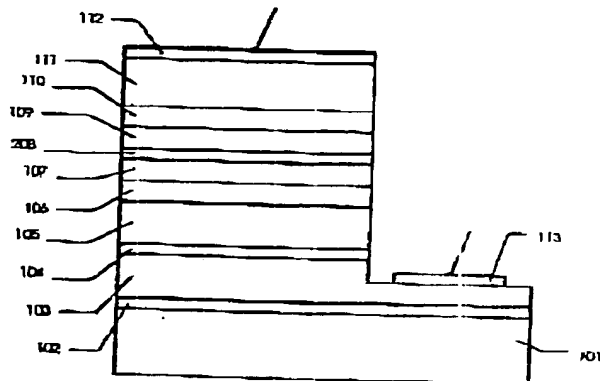
【図2】 本発明の実施例2を示す窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。

【図3】 本発明の実施例3を示す窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。

【図1】



【図2】



【図4】 本発明の実施例3を示す窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。

【図5】 本発明の実施例1ないし実施例2に示した窒化ガリウム系レーザの多重量子井戸活性層を示す概略断面図である。

【図6】 本発明の実施例3に示す窒化ガリウム系レーザの多重量子井戸活性層を示す概略断面図である。

【図7】 本発明の実施例3に示す窒化ガリウム系レーザの多重量子井戸活性層を示す概略断面図である。

10 【図8】 従来の技術を用いた窒化ガリウム系レーザの概略断面図である。

【符号の説明】

101 (11-20) 面を表面とするサファイア基板

102 窒化ガリウム低温成長バッファ層

103 n型窒化ガリウムコンタクト層

104 n型  $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$  クラッド防止層

105 n型  $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$  クラッド層

106 n型窒化ガリウム光ガイド層

107 多重量子井戸活性層

20 108  $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$  インジウム解離防止層

109 p型窒化ガリウム光ガイド層

110 p型  $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$  クラッド層

111 p型窒化ガリウムコンタクト層

112 ニッケルおよび金からなるp電極

113 チタンおよびアルミニウムからなるn電極

114 n型窒化ガリウム拡散防止層

208 n型  $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$  インジウム解離防止層

307 多重量子井戸活性層

407 多重量子井戸活性層

30 501  $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$  障壁層

502  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$  量子井戸層

601 n型  $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$  障壁層

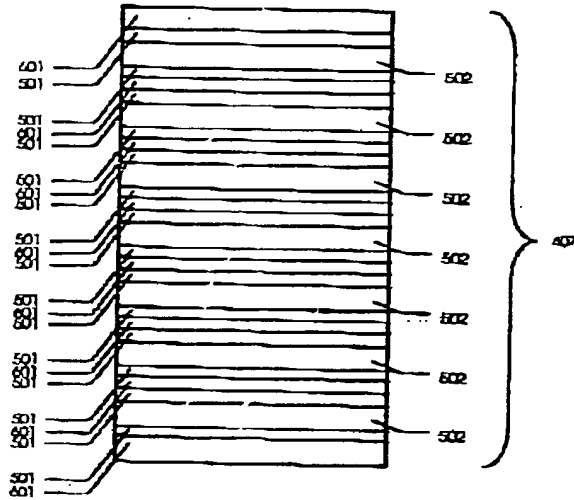
807 多重量子井戸活性層

808 p型  $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$  インジウム解離防止層

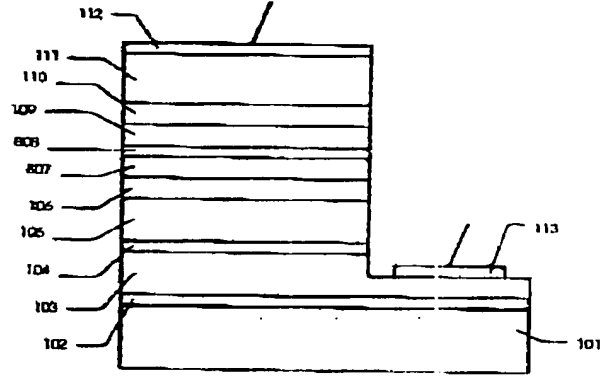
(7)

特開2001-36196

【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**